

Форма № ДН-7.02.1

Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики та інформатики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 1.8 ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення
122 Комп'ютерні науки
123 Комп'ютерна інженерія
125 Кібербезпека
(шифр і назва спеціальності (тей))

Освітні програми Інженерія програмного забезпечення
Комп'ютерні науки
Комп'ютерна інженерія
Кібербезпека
(назви освітніх програм)

Мова навчання: українська

Покровськ – 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «Чисельні методи»

(повна назва дисципліни)

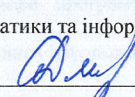
для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення
«23» січня 2021 року. – 10 с.

Розробник: О.А. Дмитрієва, д.т.н., проф., зав. кафедри прикладної математики і інформатики.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики

Протокол № 1 від «28» січня 2021 р.

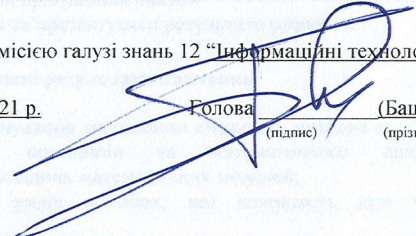
Завідувач кафедри прикладної математики та інформатики

 (Дмитрієва О.А.)

«28» січня 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією галузі знань 12 «Інформаційні технології»

Протокол № 1 від «29» січня 2021 р.

 Голова (підпис) (Башков С.О.)
(прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Нормативна	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом:	180	
в тому числі:		
лекцій:	48	
практичні заняття:	32	
лабораторні заняття:	-	
семінари:	-	
самостійна робота:	100	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Викладач: Дмитрієва Ольга Анатоліївна, https://donntu.edu.ua/knt/pmi , olga.dmytriveva@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: успішному вивченню дисципліни «Чисельні методи» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Вища математика», «Дискретна математика», «Теорія ймовірностей і математична статистика».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни «Чисельні методи»

Метою викладання навчальної дисципліни є формування системи теоретичних знань і практичних навичок з основ математичного апарату щодо використання основних методів чисельного розв'язання складних математичних моделей.

Компетентності:

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- K06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- K07. Здатність працювати в команді.
- K10. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
- K16. Здатність формулювати та забезпечувати вимоги щодо якості програмного забезпечення у відповідності з вимогами замовника, технічним завданням та стандартами.
- K18. Здатність аналізувати, вибирати і застосовувати методи і засоби для забезпечення інформаційної безпеки.
- K19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.
- K22. Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.

K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Програмні результати навчання:

ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання.

ПР09. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору та обробки інформації.

ПР11. Вибирати вихідні дані, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

ПР13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, структур даних і знань.

ПР15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР21. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем.

ПР23. Вміти документувати та презентувати результати розробки.

3. Очікувані результати навчання

Основними результатами опанування дисципліни «Чисельні методи» є:

- засвоєння основних принципів та математичного апарату, що використовуються при реалізації складних математичних моделей;
- визначення основних видів похибок, що виникають при чисельному розв'язанні завдань;
- формування уяви про чисельне визначення власних чисел та векторів, про прямі та наближені методи розв'язку систем лінійних та нелінійних рівнянь;
- опанування методами чисельного диференціювання та інтегрування визначених та невластних інтегралів;
- вивчення основних підходів до інтерполяції та наближеного відновлення функцій;
- формування уяви про наближені методи розв'язання задачі Коші і крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь і систем і систем з частковими похідними;
- ознайомлення з основними чисельними методами розв'язання інтегральних рівнянь.

Внаслідок вивчення курсу студенти повинні знати:

1. Основні види обчислювальних похибок
2. Прямі та ітераційні методи чисельного розв'язку систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
3. Чисельні методи визначення власних значень та векторів.
4. Наближені методи розв'язку нелінійних рівнянь та систем.
5. Методи інтерполяції та наближення функцій.
6. Основні методи чисельного інтегрування.

7. Основні чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь, рівнянь з частковими похідними та інтегральних рівнянь.

Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:

1. Розв'язувати математичні та фізичні задачі шляхом створення відповідних застосувань одержати практичні навички побудови алгоритмів чисельного розв'язання прикладних задач математичного спрямування для їх подальшої реалізації на персональних комп'ютерах;
2. Чисельно розв'язувати алгебраїчні рівняння та системи.
3. Будувати інтерполяційні багаточлени, сплайни, наближення функцій.
4. Чисельно інтегрувати за допомогою квадратурних формул.
5. Володіти основними чисельними методами розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.
6. Володіти різними методами розв'язання задач для диференціальних рівнянь з частковими похідними.
7. Опанувати сучасні пакети прикладних програм, що дозволяють здійснювати чисельні розрахунки.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання при опануванні дисципліною «Чисельні методи» передбачено:

- екзамен;
- індивідуальні завдання з практичних робіт;
- розрахункова робота;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання мають формулювати порядок оцінювання під час поточного контролю (за результатами практичних занять, виконання індивідуальних завдань) та підсумкового контролю.

Поточний контроль за практичними роботами																Розрахунок кова робота	Іспит	Максимальна сума балів
Пр 1	Пр 2	Пр 3	Пр 4	Пр 5	Пр 6	Пр 7	Пр 8	Пр 8	Пр 10	Пр 11	Пр 12	Пр 13	Пр 14	Пр 15	Пр 16			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	60	100

Примітка: Пр1, Пр2 і т.д. практичні роботи.

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Мета, проблематика, основні завдання дисципліни. Основні визначення та інструментарій.

Тема 2. Похибки чисельних розрахунків. Підходи до обчислення похибок.

Тема 3. Точні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод виключення Гауса. Метод Холецкого. Метод LU розкладання.

Тема 4. Наближені методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи Якобі, Зейделя, релаксації.

Тема 5. Методи чисельного розв'язку розріджених і великих систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Тема 6. Кодування і упорядкування розріджених матриць. Метод визначальних величин.

Тема 7. Обчислення власних значень і власних векторів матриць. Метод характеристичного рівняння матриці. QR-алгоритм.

Тема 8. Інтерполяція і наближення функцій. Інтерполяційні багаточлени Лагранжа, Ньютона, Гауса з регулярним розташуванням вузлів.

Тема 9. Вибір вузлів інтерполяції, нерівномірне розташування вузлів. Порівняльний аналіз похибок.

Тема 10. Інтерполяційні сплайни. Метод найменших квадратів.

Тема 11. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь і систем. Методи дихотомії, простої ітерації, Ньютона, січних, Мюллера.

Тема 12. Чисельне диференціювання функцій з використанням інтерполяційних поліномів і різницьових схем. Остаточні члени.

Тема 13. Чисельне інтегрування функцій. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона, Ньютона.

Тема 14. Практичні способи оцінки похибок диференціювання та інтегрування. Рекурентні формули та інтегрування за Ромбергом.

Тема 15. Однокрокові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явні і неявні методи Рунге-Кутти.

Тема 16. Вкладені формули Рунге-Кутти. Бар'єри Делквіста.

Тема 17. Багатокрокові методи Адамса-Мултона розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явні і неявні методи Адамса.

Тема 18. Блокові методи розв'язання задачі Коші з варіацією кроку інтегрування за часом і за просторовими змінними.

Тема 19. Чисельні методи розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь. композиція задач Коші. Метод скінченних різниць. Методи колокацій, Гальоркіна, найменших квадратів, скінченних елементів.

Тема 20. Числове розв'язання одновимірних параболічних крайових завдань. Основні поняття методу сіток, явні і неявні шаблони.

Тема 21. Різницьові схеми розщеплення для двовимірних крайових завдань. Різницьові схеми підвищеної точності.

Тема 22. Розв'язання гіперболічних крайових задач. Явні і неявні різницьові схеми.

Тема 23. Чисельні методи розв'язання еліптичних крайових задач. Ітераційні методи розв'язання Якобі, Зейделя, простої ітерації, верхньої релаксації.

Тема 24. Інтегральні рівняння. Класифікація інтегральних рівнянь. Чисельні методи розв'язання, методи апроксимуючих функцій.

6.2. Теми практичних занять

№ п/п	Тема і зміст практичних занять	Обсяг практичних занять (ак. год.) для денної форми навчання
1	Практична робота 1 (Теми 1-2). Похибки чисельних розрахунків.	2
2	Практична робота 2 (Тема 3). Точні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	2
3	Практична робота 3 (Тема 4-6). Наближені методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи Якобі, Зейделя, релаксації. Методи чисельного розв'язку розріджених і великих систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	2
4	Практична робота 4 (Тема 7). Обчислення власних значень і власних векторів матриць. Метод характеристичного рівняння матриці. QR-алгоритм.	2
5	Практична робота 5 (Тема 8-9). Інтерполяція і наближення функцій. Інтерполяційні багаточлени Лагранжа, Ньютона, Гауса. Вибір вузлів інтерполяції.	2
6	Практична робота 6 (Тема 10). Інтерполяційні сплайни. Метод найменших квадратів.	2
7	Практична робота 7 (Тема 11). Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь і систем. Методи дихотомії, простої ітерації, Ньютона, січних, Мюллера.	2
8	Практична робота 8 (Тема 12-14). Чисельне диференціювання та інтегрування функцій. Остаточні члени. Рекурентні формули та інтегрування за Ромбергом.	2
9	Практична робота 9 (Тема 15-16). Однокрокові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явні і неявні методи Рунге-Кутти.	2
10	Практична робота 10 (Тема 17). Багатокрокові методи Адамса-Мултона розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явні і неявні методи Адамса.	2
11	Практична робота 11 (Тема 18). Блокові методи розв'язання задачі Коші з варіацією кроку інтегрування за часом і за просторовими змінними.	2
12	Практична робота 12 (Тема 19). Чисельні методи розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь. композиція завдань Коші. Метод скінченних різниць. Методи колокацій, Гальоркіна, найменших квадратів, скінченних елементів.	2
13	Практична робота 13 (Тема 20-21). Числове розв'язання параболічних крайових завдань. Різницеві схеми підвищеної точності.	2
14	Практична робота 14 (Тема 22). Розв'язання гіперболічних крайових задач. Явні і неявні різницеві схеми.	2
15	Практична робота 15 (Тема 23). Чисельні методи розв'язання еліптичних крайових задач. Ітераційні методи розв'язання Якобі, Зейделя, простої ітерації, верхньої релаксації.	2
16	Практична робота 16 (Тема 24). Інтегральні рівняння. Класифікація інтегральних рівнянь. Чисельні методи розв'язання, методи апроксимуючих функцій.	2
	Всього практичних занять	32

6.3. Теми лабораторних занять
Не передбачено навчальним планом

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми навчання
1	Тема 1. Мета, проблематика, основні завдання дисципліни. Основні визначення та інструментарій.	3
2	Тема 2. Похибки чисельних розрахунків. Підходи до обчислення похибок.	3
3	Тема 3. Точні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод виключення Гауса. Метод Холецкого. Метод LU розкладання.	3
4	Тема 4. Наближені методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи Якобі, Зейделя, релаксації.	3
5	Тема 5. Методи чисельного розв'язку розріджених і великих систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	3
6	Тема 6. Кодування і упорядкування розріджених матриць. Метод визначальних величин.	3
7	Тема 7. Обчислення власних значень і власних векторів матриць. Метод характеристичного рівняння матриці. QR-алгоритм.	3
8	Тема 8. Інтерполяція і наближення функцій. Інтерполяційні багаточлени Лагранжа, Ньютона, Гауса з регулярним розташуванням вузлів.	3
9	Тема 9. Вибір вузлів інтерполяції, нерівномірне розташування вузлів. Порівняльний аналіз похибок.	4
10	Тема 10. Інтерполяційні сплайни. Метод найменших квадратів.	4
11	Тема 11. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь і систем. Методи дихотомії, простої ітерації, Ньютона, січних, Мюллера.	4
12	Тема 12. Чисельне диференціювання функцій з використанням інтерполяційних поліномів і різницевих схем. Остаточні члени.	4
13	Тема 13. Чисельне інтегрування функцій. Формули прямокутників, трапецій, Сімпсона, Ньютона.	4
14	Тема 14. Практичні способи оцінки похибок диференціювання та інтегрування. Рекурентні формули та інтегрування за Ромбергом.	4
15	Тема 15. Однокрокові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явні і неявні методи Рунге-Кутти.	4
16	Тема 16.	4
17	Тема 17. Багатокрокові методи Адамса-Мултона розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явні і неявні методи Адамса.	4
18	Тема 18. Блокові методи розв'язання задачі Коші з варіацією кроку інтегрування за часом і за просторовими змінними.	4
19	Тема 19. Чисельні методи розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь. композиція завдань Коші. Метод скінченних різниць. Методи колокацій, Гальоркіна, найменших квадратів, скінченних елементів.	4
20	Тема 20. Числове розв'язання одновимірних параболічних крайових завдань. Основні поняття методу сіток, явні і неявні шаблони.	4
21	Тема 21. Різницеві схеми розщеплення для двовимірних крайових завдань. Різницеві схеми підвищеної точності.	4
22	Тема 22. Розв'язання гіперболічних крайових задач. Явні і неявні різницеві схеми.	4
23	Тема 23. Чисельні методи розв'язання еліптичних крайових задач. Ітераційні методи розв'язання Якобі, Зейделя, простої ітерації, верхньої релаксації.	4
24	Тема 24. Інтегральні рівняння. Класифікація інтегральних рівнянь. Чисельні	4

методи розв'язання, методи апроксимуючих функцій.	
Виконання розрахункової роботи	12
Разом	100

6.5. Індивідуальне завдання

Розрахункова робота на тему «Числові методи моделювання динамічних об'єктів зі сконцентрованими параметрами».

7. Література

7.1. Основна

1. Дмитрієва О.А. Числові методи моделювання динамічних об'єктів в мультипроцесорних системах: монографія / О.А. Дмитрієва, Н.Г. Гуськова, С.О. Башков, І.А. Назарова: монографія. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 268 с.
2. Дмитриева О. А. Параллельные численные методы моделирования динамических объектов / О.А. Дмитриева. – Покровск: ГВУЗ «ДонНТУ», 2016. – 384 с
3. Волонтир Л.О. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Л.О. Волонтир, О.В.Зелінська, Н.А. Потапова. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
4. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи – К.: Видавнича група БНУ, 2006. – 480 с.
5. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи. Лабораторний практикум – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 320 с.
6. Дмитрієва О.А. Паралельне моделювання динамічних об'єктів зі сконцентрованими параметрами / О.А. Дмитрієва. – Харків: "Ноулідж", 2014. – 336 с.
7. Дмитрієва О.А. Паралельні різницеві методи розв'язання задачі Коші / О. А. Дмитрієва. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – 265 с.
8. Задачин В. М. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.
9. Вержбицкий В. М. Основы численных методов / В. М. Вержбицкий. – М.: Директ-Медиа, 2013. – 847 с
10. Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы: Учебник для вузов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 400 с.
11. Хайрер Э., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. – М.: Мир. 1999. – 685 с.
12. Хайрер Э., Нерсетт П., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. – М.: Мир. 1990. – 512 с.

7.2. Додаткова

1. Dmitrieva O. Parallel Step Control. Development of parallel algorithms of the step variation for simulation of stiff dynamic systems/ O. Dmitrieva, L. Feldman. – Lambert Academic Publishing, 2013. – 72 p.
2. Dmitrieva O. Parallel Algorithms of Simulation. Increase of simulation of dynamic objects with the lumped parameters into parallel computer systems / O. Dmitrieva, A. Firsova. – Lambert Academic Publishing, 2012. – 192 p.
3. Firsova A. Dynamic System Simulation. Robust algorithms of state estimation of dynamic lumped parameters systems / A. Firsova, O. Dmitrieva. – Lambert Academic Publishing, 2011. – 92 p.
4. Вержбицкий В.М. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Высшая школа, 2001. – 382 с.

5. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. – М.: Высшая школа, 2000. – 266 с.
6. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 632 с.
7. Зеленський К.Х., Ігнатенко В.М., Коц О.П. Комп'ютерні методи прикладної математики. – К.: Академперіодика, 2002. – 480 с.
8. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и математическое обеспечение. – М.: Мир, 1998. – 575 с.

7.3. Методична

1. Дмитрієва О.А. Методичні вказівки і завдання до за курсом «Чисельні методи» (для студентів напряму 6.010503 «Програмна інженерія»)/ Укл. Дмитрієва О.А. – Донецьк: ДонНТУ, 2015 – 48 с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=2063>

8. Інформаційні ресурси

1. Шаповаленко В. А. Чисельне обчислення функцій, характеристик матриць і розв'язування нелінійних рівнянь/ Шаповаленко В.А., Буката Л.М. – Одеса: ОНАЗ, 2010. – 88 с. режим доступу: http://www.dut.edu.ua/uploads/l_544_39142593.pdf
2. Возняк Л.С. Чисельні методи/ Л.С. Возняк, С.В. Шарин // Методичний посібник для студентів природничих спеціальностей. –Івано-Франківськ: "Плай", 2001, – 64 с.: режим доступу: http://www.mif.pu.if.ua/attachments/article/24-02-11/Chys_metody_Voznyak_Sharyn.pdf